

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
12 septembre 2003 (12.09.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/075061 A1(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 6/30,  
6/26, 6/12(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/00646(22) Date de dépôt international :  
28 février 2003 (28.02.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/02588 1 mars 2002 (01.03.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SILIOS  
TECHNOLOGIES [FR/FR]; ZI Peynier - Rousset, Rue  
Gaston Imbert prolongée, F-13790 Peynier (FR).

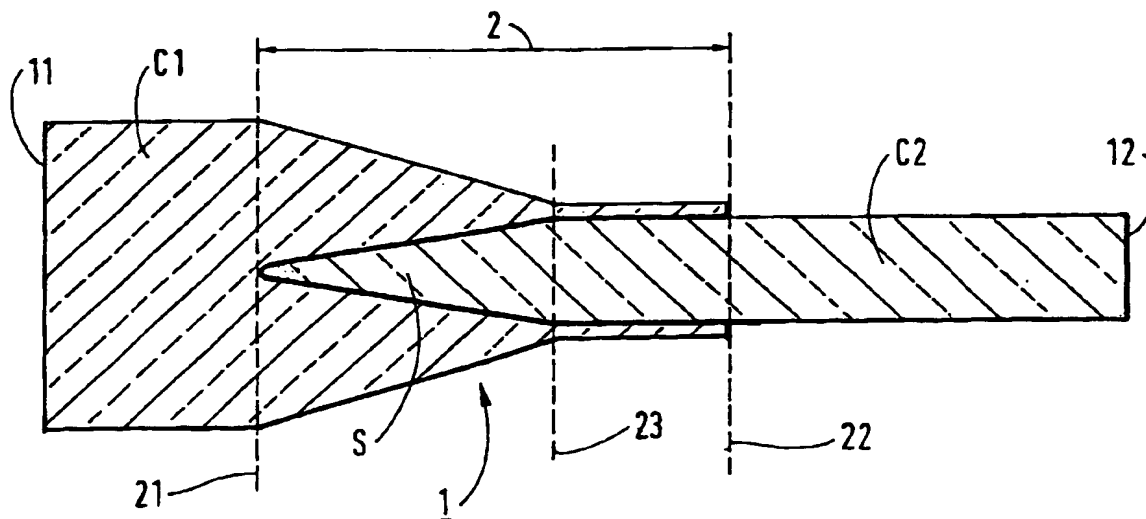
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : TIS-  
SERAND, Stephane [FR/FR]; 8, rue Melchior Guinot,  
F-13003 Marseille (FR). ROUX, Laurent [FR/FR]; 237,  
avenue de Château-Gombert, Les Informelles, F-13013  
Marseille (FR). REVERSAT, Fabian [FR/FR]; 42, rue  
Albert Marquet, Résidence Les Lilas - Bât. 4 - Appt.  
34, F-13013 Marseille (FR). JACOB, Sophie [FR/FR];  
14 ter, la Placette, F-13790 Rousset (FR). ESCOUBAS,  
Ludovic [FR/FR]; Résidence Les Borromées, Bâtiment  
X, F-13012 Marseille (FR). DROUARD, Emmanuel  
[FR/FR]; Parc de la Constance, 116, avenue des Caillols,  
F-13003 Marseille (FR).(74) Mandataire : RENAUD-GOUD, Conseil; 5, rue de Mon-  
tigny, F-13100 Aix en provence (FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL MODE ADAPTER PROVIDED WITH TWO SEPARATE CHANNELS

(54) Titre : ADAPTATEUR DE MODE OPTIQUE POURVU DE DEUX CANAUX DISTINCTS



(57) Abstract: The invention concerns an optical mode adapter comprising first (C1) and second (C2) channels on an optical substrate (31) designed for connection of first and second waveguides respectively to its first (11) and to its second (12) ends. Said two channels being covered with at least a guide layer (33), the refractive index of the first channel (C1) is lower than that of the second channel (C2). The invention also concerns a method for making said adapter.

(57) Abrégé : L'invention présente un adaptateur de mode optique comportant un premier (C1) et un second (C2) canal sur un substrat optique (31) pour le raccordement d'un premier et d'un second guide d'onde respectivement à sa première (11) et à sa seconde (12) extrémité. Ces deux canaux étant recouverts par au moins une couche guidante (33), l'indice de réfraction du premier canal (C1) est inférieur à celui du second canal (C2). L'invention vise également une méthode de fabrication de cet adaptateur.

DT04 Rec'd PCT/PTO 01 SEP 2004

Adaptateur de mode optique pourvu de deux canaux distincts

La présente invention concerne un adaptateur de mode optique présentant deux canaux distincts.

Le domaine de l'invention est celui de l'optique intégrée, domaine dans lequel un objectif est de réaliser une pluralité de modules sur un même substrat. Un élément essentiel de ces dispositifs est le guide d'onde qui achemine l'énergie lumineuse entre les différents modules.

Une préoccupation constante étant de limiter au maximum l'encombrement d'un dispositif intégré, le guide d'onde présente des dimensions aussi petites que possibles et supporte par conséquent un mode de propagation réduit. Par ailleurs, il convient de connecter ce dispositif à un quelconque équipement externe, ce qui se fait généralement au moyen d'une fibre optique. Or la fibre optique est un guide d'onde qui supporte un mode de propagation étendu dont l'extension spatiale est bien supérieure à celle du mode réduit adopté dans le dispositif intégré.

Il s'avère que la connexion entre deux guides de géométries différentes induit des pertes optiques conséquentes.

La présente invention a ainsi pour objet un adaptateur de mode optique présentant des pertes limitées.

Selon l'invention, l'adaptateur comporte un premier et un second canal sur un substrat optique pour le raccordement d'un premier et d'un second guide d'onde respectivement à sa première et à sa seconde extrémité, ces deux canaux étant recouverts par au moins une couche guidante et l'indice de réfraction du premier canal est inférieur à celui du second canal.

Ainsi, l'indice est adapté aux caractéristiques géométriques souhaitées des modes de propagation distincts dans les deux canaux.

Souvent, la largeur du premier canal est un peu supérieure à celle du second canal.

De préférence, l'adaptateur comporte une cellule d'adaptation dans laquelle les deux canaux sont en contact, la première respectivement la seconde extrémité de cette cellule étant disposée à proximité de la première respectivement la seconde extrémité de l'adaptateur, la largeur du premier canal décroissant de la première à la seconde extrémité de la cellule d'adaptation. De plus, si possible, la largeur du premier canal est nulle à la seconde extrémité de cette cellule d'adaptation.

De même, la largeur du second canal décroît de la seconde à la première extrémité de la cellule d'adaptation, devenant éventuellement nulle à la première extrémité de cette cellule d'adaptation.

Eventuellement, la seconde extrémité de la cellule d'adaptation coïncide  
5 avec la seconde extrémité de l'adaptateur.

En outre, l'indice de réfraction de la couche guidante est supérieur à celui du substrat.

Avantageusement, l'adaptateur comporte au moins une couche de recouvrement disposée sur la couche guidante, l'indice de cette couche de  
10 recouvrement étant inférieur à celui de la couche guidante et à celui des canaux.

Selon un premier mode de réalisation de l'adaptateur, l'un au moins de ces canaux est intégré dans le substrat.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'adaptateur, l'un au moins de ces canaux fait saillie sur le substrat.

15 D'autre part, l'indice de la couche guidante vaut celui du substrat multiplié par un facteur supérieur à 1,001.

Généralement, l'épaisseur de l'ensemble des couches guidantes est comprise entre 1 et 20 microns.

L'invention vise également une première méthode de fabrication d'un  
20 adaptateur qui comprend les étapes suivantes :

- réalisation d'un masque sur le substrat pour définir le motif de l'un au moins de ces canaux,
- implantation ionique du substrat masqué,
- retrait du masque,
- 25 - dépôt de la couche guidante sur le substrat.

Une deuxième méthode comprend les étapes suivantes :

- implantation ionique du substrat,
- réalisation d'un masque sur le substrat pour définir le motif de l'un au moins de ces canaux,
- 30 - gravure du substrat sur une profondeur au moins égale à la profondeur d'implantation,
- retrait du masque,
- dépôt de la couche guidante sur le substrat.

De préférence, ces deux premières méthodes comprennent une étape  
35 de recuit du substrat qui fait suite à l'étape d'implantation ionique.

Une troisième méthode comprend les étapes suivantes :

- réalisation d'un masque sur le substrat comportant des ions mobiles pour définir le motif de l'un au moins des canaux,
- immersion du substrat masqué dans un bain comportant des ions polarisables,
- 5 - retrait du masque,
- dépôt de la couche guidante sur le substrat.

Une quatrième méthode comprend les étapes suivantes :

- dépôt d'une première couche d'indice de réfraction supérieur à celui du substrat,
- 10 - réalisation d'un premier masque sur ce substrat pour définir le premier canal,
- gravure du substrat,
- retrait de ce premier masque,
- dépôt d'une deuxième couche,
- réalisation d'un deuxième masque sur ce substrat pour définir le second
- 15 canal,
- gravure du substrat,
- retrait du deuxième masque,
- dépôt de la couche guidante sur le substrat.

Ces méthodes sont d'autre part adaptées à la réalisation des différentes

20 caractéristiques de l'adaptateur mentionnées ci-dessus.

La présente invention apparaîtra maintenant avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit d'exemples de réalisation donnés à titre illustratif en se référant aux figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un schéma de la structure de base d'un adaptateur vu de dessus,
- 25 - la figure 2, un schéma d'un adaptateur perfectionné vu de dessus,
- la figure 3, un schéma en coupe d'un adaptateur,
- la figure 4, la fabrication d'un adaptateur selon une première variante,
- la figure 5, la fabrication d'un adaptateur selon une deuxième variante, et
- la figure 6, une vue en coupe d'un adaptateur réalisé en couches minces.

30 Les éléments présents dans plusieurs figures sont affectés d'une seule et même référence.

En référence à la figure 1, dans sa structure de base, l'adaptateur 1 délimité par une première 11 et une seconde 12 extrémités comporte une cellule d'adaptation 2 présentant une première 21 et une seconde 22 extrémités

35 disposées en regard des extrémités correspondantes de l'adaptateur 1.

Eventuellement, la seconde extrémité 22 de la cellule d'adaptation se confond avec la seconde extrémité 12 de l'adaptateur.

Un premier canal C1 de forme rectangulaire s'étend selon un axe longitudinal de la première extrémité 11 de l'adaptateur à la seconde extrémité 22 de la cellule d'adaptation. Un second canal C2, de largeur inférieure à celle du premier canal C1, également de forme rectangulaire, s'étend selon le même axe longitudinal de la seconde extrémité 12 de l'adaptateur à la première extrémité 21 de la cellule d'adaptation. La partie du deuxième canal C2 qui figure dans la cellule d'adaptation 2 empiète sur le premier canal C1, déterminant une section de couplage S.

L'indice de réfraction du premier canal C1 est inférieur à celui du second canal C2.

La largeur du second canal C2, qui est ici inférieure à celle du premier canal C1, pourrait éventuellement lui être égale, voire lui être légèrement supérieure.

Bien que la cellule d'adaptation 2 ne soit pas indispensable, elle permet de réduire sensiblement les pertes de couplage entre les deux canaux.

En référence à la figure 2, la structure de cette cellule peut être optimisée et pour l'explicitier on définit un repère d'alignement 23 qui prend la forme d'une droite perpendiculaire à l'axe de l'adaptateur et disposée entre les deux extrémités 21, 22 de la cellule d'adaptation.

La largeur du contour extérieur du premier canal C1 décroît de la première extrémité 21 de cette cellule jusqu'au repère d'alignement 23. La décroissance est ici linéaire mais elle pourrait être parabolique, exponentielle, ou de toute autre nature. Cette largeur est ensuite sensiblement constante entre le repère d'alignement 23 et la seconde extrémité 22 de la cellule d'adaptation, excédant légèrement la largeur du second canal C2 en dehors de cette cellule. La largeur résiduelle du premier canal C1 qui vaut la largeur de son contour extérieur diminuée de la largeur du second canal C2 peut même s'annuler.

La largeur du second canal C2 est sensiblement constante entre la seconde extrémité 22 de la cellule d'adaptation et le repère d'alignement 23. Elle décroît ensuite jusqu'à la première extrémité 21 de la cellule d'adaptation, pouvant même s'annuler à cet endroit.

Naturellement, la cellule d'adaptation 2 peut prendre une forme quelconque, le point important étant que les deux canaux C1, C2 soient en contact ou en quasi-contact sur l'une au moins de leurs faces. Ainsi, ces canaux

qui sont imbriqués sur les figures 1 et 2 pourraient alternativement être juxtaposés, superposés ou bien se chevaucher suivant au moins une face commune.

Selon un mode de réalisation privilégié, l'adaptateur est réalisé en  
5 recourant à la technique de l'implantation ionique.

En référence à la figure 3a, le substrat est en silice ou bien il est en silicium sur lequel, soit on a fait croître un oxyde thermique, soit on a déposé une couche de dioxyde de silicium ou d'un autre matériau. Il présente ainsi une face supérieure ou substrat optique 31, couramment en dioxyde de silicium,  
10 d'une épaisseur de 5 à 20 microns, par exemple. Le premier canal C1 réalisé par implantation ionique est ici intégré dans le substrat optique qui est lui-même recouvert d'une couche guidante 33. L'indice de réfraction du canal est naturellement plus élevé que celui du dioxyde de silicium. La couche guidante de 5 microns d'épaisseur, par exemple, est en dioxyde de silicium dopé et  
15 présente un indice de réfraction supérieur à celui du substrat optique, de 0,3% par exemple. Elle peut éventuellement résulter d'un empilement de couches minces. De préférence, une couche de recouvrement 34 qui peut également consister en un empilement de couches minces est prévue sur la couche guidante 33. Cette couche de recouvrement, de 5 microns d'épaisseur  
20 également, a un indice inférieur à celui de la couche guidante et à celui du canal ; dans le cas présent elle est en dioxyde de silicium non dopé.

En référence à la figure 4a, une première méthode de fabrication de l'adaptateur comporte une première étape qui consiste à réaliser un premier masque 42 sur le substrat optique 31, ceci au moyen d'un procédé classique de  
25 photolithographie. Ce masque 42 est en résine, en métal ou en tout autre matériau susceptible de constituer une barrière infranchissable pour les ions lors de l'implantation. Eventuellement, le masque peut être obtenu par un procédé d'écriture directe. Il reproduit un motif M qui correspond à la réunion des deux canaux C1, C2.

30 En référence à la figure 4b, le motif M est produit par implantation ionique du substrat masqué. A titre d'exemple, pour une implantation de titane, la dose d'implantation D1 souhaitée pour le premier canal C1 est comprise entre  $10^{16}/\text{cm}^2$  et  $10^{18}/\text{cm}^2$  tandis que l'énergie est comprise entre quelques dizaines et quelques centaines de KeV.

35 En référence à la figure 4c, le premier masque est retiré, par exemple au moyen d'un procédé de gravure chimique.

L'étape suivante consiste à réaliser un deuxième masque sur le substrat optique 31 qui reproduit la forme du second canal C2. Ce second canal est produit par implantation ionique du substrat masqué à une dose ( $D2 - D1$ ) comprise entre  $10^{16}/\text{cm}^2$  et  $10^{18}/\text{cm}^2$ , si bien qu'il présente une dose d'implantation résultante D2. Puis là encore, le masque est retiré.

La précision de positionnement du deuxième masque par rapport au premier masque étant nécessairement limitée, la largeur du premier canal C1 entre le repère d'alignement 23 et la seconde extrémité 22 de la cellule d'adaptation excède légèrement la largeur du second canal C2 en dehors de cette cellule. De plus, la largeur du second canal C2 au niveau de la première extrémité 21 de la cellule d'adaptation n'est pas tout à fait nulle car il est pratiquement impossible de réaliser une pointe parfaite sur un masque.

Le substrat est ensuite soumis à un recuit pour réduire les pertes à la propagation au sein des deux canaux. A titre d'exemple, la température est comprise entre 400 et 500°C, l'atmosphère est contrôlée ou bien il s'agit de l'air libre, tandis que la durée est de l'ordre de quelques dizaines d'heures.

En référence à la figure 4d, la couche guidante 33 est alors déposée sur le substrat 31 au moyen de l'une quelconque des techniques connues pourvu que celle-ci conduise à un matériau à faibles pertes dont l'indice de réfraction peut être aisément contrôlé. Enfin, la couche de recouvrement 34 est éventuellement déposée sur la couche guidante 18.

En référence à la figure 3b, l'indice de réfraction du premier canal C1 est relativement faible, 1,56 par exemple, si bien que le mode de propagation étendu GM s'étend largement dans la couche guidante 33. La largeur de ce canal, 7,5 microns par exemple, et l'épaisseur de cette couche guidante sont choisies de sorte que le mode de propagation GM soit aussi voisin que possible de celui des fibres optiques monomodes. On peut alors obtenir un coefficient de couplage aux fibres d'une valeur de 90%. L'indice effectif du mode guidé est inférieur à l'indice de réfraction de la couche guidante et à celui du canal ; il est supérieur à l'indice de réfraction de la face supérieure 31 et à celui de la couche de recouvrement 34.

En référence à la figure 3c, le second canal C2 supporte un mode de propagation réduit PM, proche de celui que l'on rencontre sur les guides implantés sans couche guidante. Il convient alors que l'indice du canal soit relativement élevé, 1,90 par exemple. La largeur de ce canal peut être sensiblement réduite. L'indice effectif du mode guidé est ici supérieur à celui de

la couche guidante et inférieur à celui du canal. Le confinement latéral du mode réduit PM est très important.

On rappellera que l'implantation ionique se fait maintenant avec une très grande précision sur les doses d'ions implantés, typiquement 1%. Le substrat  
5 optique en dioxyde de silicium a un indice de réfraction qui ne présente pas ou peu de variations, il s'ensuit que l'on peut obtenir une très grande précision sur l'indice des canaux. A titre d'exemple, pour une dose implantée de titane de  $10^{16}/\text{cm}^2$  respectivement  $10^{17}/\text{cm}^2$ , la précision sur l'indice de réfraction atteint  $10^{-4}$  respectivement  $10^{-3}$ . Cette précision est particulièrement importante  
10 lorsque l'on recherche le mode de propagation étendu GM car l'indice du premier canal est un paramètre qui affecte de manière très sensible le couplage aux fibres optiques.

En référence à la figure 5a, une deuxième méthode de fabrication de l'adaptateur comporte une première étape qui consiste à implanter la totalité du  
15 substrat optique 31. La dose D1 et l'énergie d'implantation correspondent à celles prévues pour le premier canal C1.

L'étape suivante consiste à réaliser un masque identique au deuxième masque de la méthode ci-dessus sur le substrat optique 31. Ce second canal est alors implanté à la dose  $(D2 - D1)$  et le masque est retiré.

20 En référence à la figure 5b, la prochaine étape consiste à réaliser un nouveau masque 51 sur le substrat 31. Ce masque définit un motif complémentaire de celui du premier masque employé au cours de la première méthode mais il ne doit pas subir l'étape d'implantation.

En référence à la figure 5c, le motif 25 est obtenu par gravure du  
25 substrat optique sur une profondeur au moins égale à la profondeur d'implantation. L'une quelconque des techniques connues de gravure convient pourvu que celle-ci conduise à des caractéristiques géométriques acceptables, notamment le profil et l'état de surface des flancs.

On remarque ici que la première méthode présente l'avantage de définir  
30 un guide d'onde dont la structure est parfaitement plane puisqu'elle ne comprend pas d'étape de gravure.

En référence à la figure 5d, le masque est retiré puis le substrat est ici aussi soumis à un recuit. La couche guidante 33 et éventuellement la couche de recouvrement 34 sont alors déposées conformément à la première méthode.

35 Selon une variante de cette deuxième méthode, une première étape consiste à implanter la totalité du substrat optique 31 à une dose  $(D2 - D1)$ .

L'étape suivante consiste à réaliser un masque définissant le second canal C2 puis à graver le substrat pour délimiter ce second canal. Le substrat est alors implanté à la dose D1 et la prochaine étape consiste à réaliser le masque qui définit un motif complémentaire de celui du premier masque employé au cours de la première méthode. Le substrat est ensuite gravé, et la couche guidante est déposée.

Une troisième méthode met en œuvre la technologie d'échange d'ions. Dans ce cas, le substrat est un verre contenant des ions mobiles à température relativement basse, un verre de silicates contenant de l'oxyde de sodium par exemple. Le substrat est là aussi pourvu d'un masque et, par rapport à la première méthode, l'étape d'implantation est remplacée par une étape d'immersion dans un bain contenant des ions polarisables tel que argent ou potassium. Le motif est ainsi réalisé par augmentation de l'indice de réfraction consécutive à l'échange des ions polarisables avec les ions mobiles du substrat. Puis, généralement, le canal est enterré par application d'un champ électrique perpendiculaire à la face du substrat.

Cette troisième méthode présente une grande simplicité. Cependant, elle impose la sélection d'un substrat particulier qui n'a pas nécessairement toutes les caractéristiques souhaitées. De plus, du fait d'une diffusion latérale importante des ions, la résolution spatiale est limitée.

Une quatrième méthode met en œuvre la technologie des couches minces. Généralement, la face supérieure du substrat est en dioxyde de silicium. Une première couche 61 d'indice supérieur à celui du dioxyde de silicium est déposée sur le substrat optique au moyen d'une quelconque technique connue telle que dépôt par hydrolyse à la flamme (« Flame Hydrolysis Deposition » en terminologie anglo-saxonne) dépôt chimique en phase vapeur haute ou basse pression et assisté ou non par plasma, évaporation sous vide, pulvérisation cathodique ou dépôt par centrifugation. Cette couche est souvent du dioxyde de silicium dopé, de l'oxy-nitride de silicium, du nitride de silicium et l'on peut aussi employer des polymères ou des sols-gels. Un masque définissant le premier canal C1 y compris la section de couplage S est alors appliqué sur la couche déposée 61. Ensuite, ce canal est réalisé par un procédé de gravure chimique ou de gravure sèche tel que gravure plasma, gravure ionique réactive ou gravure par faisceau d'ions.

Le masque est retiré après la gravure et, une deuxième couche 62 est déposée. Un autre masque définissant le second canal C2 est ensuite appliqué

sur la deuxième couche 62 avant une nouvelle étape de gravure. La couche guidante 33 est alors déposée sur les deux canaux.

On est ici aussi confronté à la difficulté de superposer deux masques avec une grande précision.

- 5        Selon une variante, pour éviter la marche qui se produit au chevauchement des deux canaux, le masque utilisé pour graver la première couche 61 définit le premier canal C1 sans la section de couplage S.

- 10       Cette méthode requiert une opération de gravure qu'il est difficile de maîtriser tant sur le plan de la résolution spatiale que sur l'état de surface des flancs du canal, caractéristiques qui conditionnent directement les pertes à la propagation de l'adaptateur.

- 15       Les exemples de réalisation de l'invention présentés ci-dessus ont été choisis pour leur caractère concret. Il ne serait cependant pas possible de répertorier de manière exhaustive tous les modes de réalisation que recouvre cette invention. En particulier, toute étape ou tout moyen décrit peut-être remplacé par une étape ou un moyen équivalent sans sortir du cadre de la présente invention.

## REVENDEICATIONS

- 1) Adaptateur de mode optique comportant un premier C1 et un second C2 canal sur un substrat optique 31 pour le raccordement d'un premier et d'un second guide d'onde respectivement à sa première 11 et à sa seconde 12 extrémité, caractérisé en ce que, ces deux canaux étant recouverts par au moins une couche guidante 33, l'indice de réfraction du premier canal C1 est inférieur à celui du second canal C2.
- 2) Adaptateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur du premier canal C1 est supérieure à celle du second canal C2.
- 3) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que comportant une cellule d'adaptation 2 dans laquelle les deux canaux C1, C2 sont en contact, la première 21 respectivement la seconde 22 extrémité de cette cellule étant disposée à proximité de la première 11 respectivement la seconde 12 extrémité de l'adaptateur, la largeur du premier canal C1 décroît de la première 21 à la seconde 22 extrémité de ladite cellule d'adaptation.
- 4) Adaptateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la largeur du premier canal C1 est nulle à la seconde extrémité 22 de ladite cellule d'adaptation.
- 5) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que comportant une cellule d'adaptation 2 dans laquelle les deux canaux C1, C2 sont en contact, la première 21 respectivement la seconde 22 extrémité de cette cellule étant disposée à proximité de la première 11 respectivement la seconde 12 extrémité de l'adaptateur, la largeur du second canal C2 décroît de la seconde 22 à la première 21 extrémité de ladite cellule d'adaptation.
- 6) Adaptateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la largeur du second canal C2 est nulle à la première extrémité 21 de ladite cellule d'adaptation.
- 7) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la seconde 22 extrémité de ladite cellule d'adaptation coïncide avec la seconde 12 extrémité de cet adaptateur.
- 8) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'indice de cette couche guidante 33 est supérieur à celui du substrat 31.

- 9) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une couche de recouvrement 34 disposée sur ladite couche guidante 33, l'indice de cette couche de recouvrement étant inférieur à celui de la couche guidante et à celui desdits canaux C1, C2.
- 10) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits canaux C1, C2 est intégré dans ledit substrat 31.
- 11) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'un au moins desdits canaux C1, C2 fait saillie sur ledit substrat 31.
- 12) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'indice de ladite couche guidante 33 vaut celui du substrat 31 multiplié par un facteur supérieur à 1,001.
- 13) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'épaisseur de l'ensemble des couches guidantes 33 est comprise entre 1 et 20 microns.
- 14) Adaptateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits canaux C1, C2 résulte d'une implantation ionique dans ledit substrat 31.
- 15) 15) Méthode de fabrication d'un adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- réalisation d'un masque sur ledit substrat 31 pour définir le motif M de l'un au moins desdits canaux C1, C2,
  - implantation ionique du substrat masqué,
  - retrait dudit masque,
  - dépôt de ladite couche guidante 33 sur le substrat.
- 16) Méthode de fabrication d'un adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- implantation ionique du substrat 31,
  - réalisation d'un masque sur ledit substrat pour définir le motif M de l'un au moins desdits canaux C1, C2,
  - gravure du substrat 31 sur une profondeur au moins égale à la profondeur d'implantation,
  - retrait dudit masque,
  - dépôt de ladite couche guidante 33 sur le substrat.

17) Méthode selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, caractérisée en ce qu'elle comprend une étape de recuit du substrat 31 qui fait suite à l'étape d'implantation ionique.

18) Méthode de fabrication d'un adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réalisation d'un masque sur ledit substrat 31 comportant des ions mobiles pour définir le motif M de l'un au moins desdits canaux C1, C2,
- immersion du substrat masqué dans un bain comportant des ions polarisables,
- 10 - retrait dudit masque,
- dépôt de ladite couche guidante 33 sur le substrat.

19) Méthode de fabrication d'un adaptateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- dépôt d'une première couche 61 d'indice de réfraction supérieur à celui dudit substrat 31,
- 15 - réalisation d'un premier masque sur ce substrat 31 pour définir ledit premier canal C1,
- gravure du substrat 31,
- retrait dudit premier masque,
- 20 - dépôt d'une deuxième couche 62,
- réalisation d'un deuxième masque sur ce substrat 31 pour définir ledit second canal C2,
- gravure du substrat 31,
- retrait dudit deuxième masque,
- 25 - dépôt de ladite couche guidante 33 sur le substrat.

FIG. 1

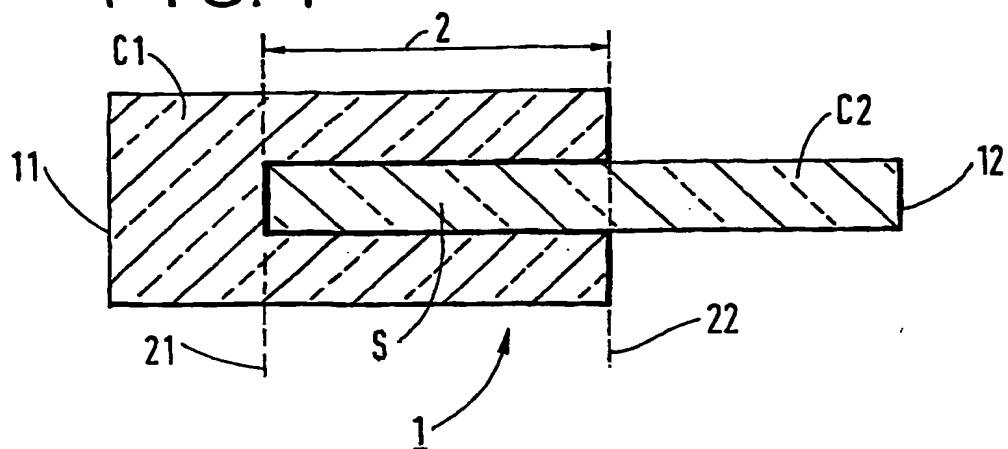


FIG. 2

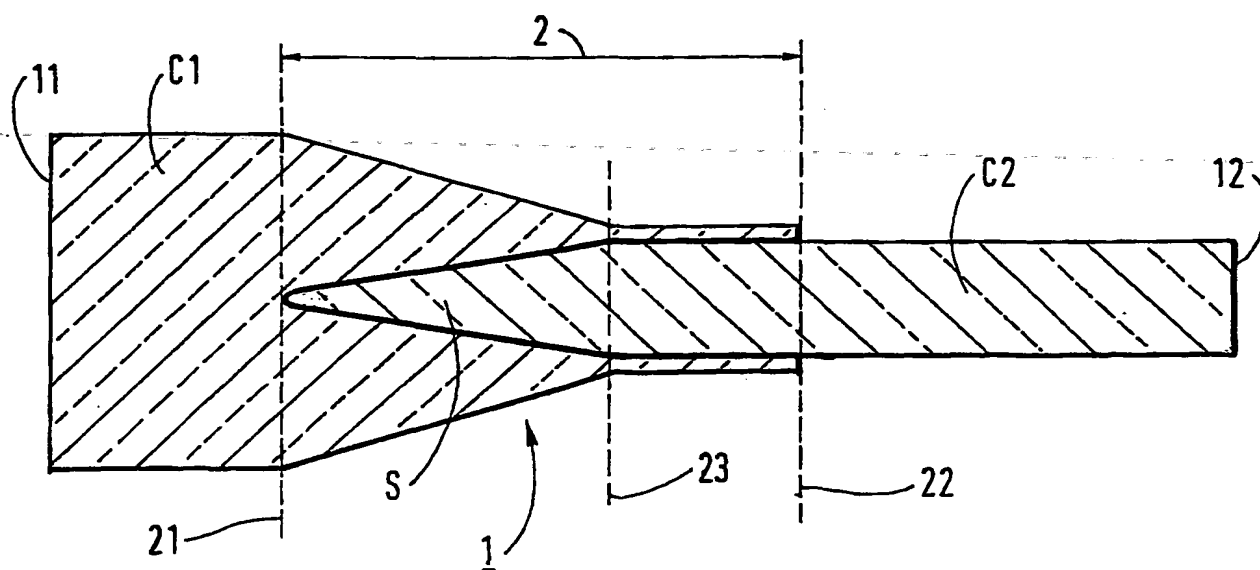


FIG. 6

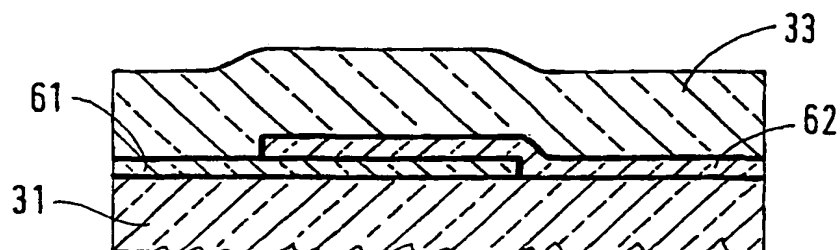


Figure 3.a

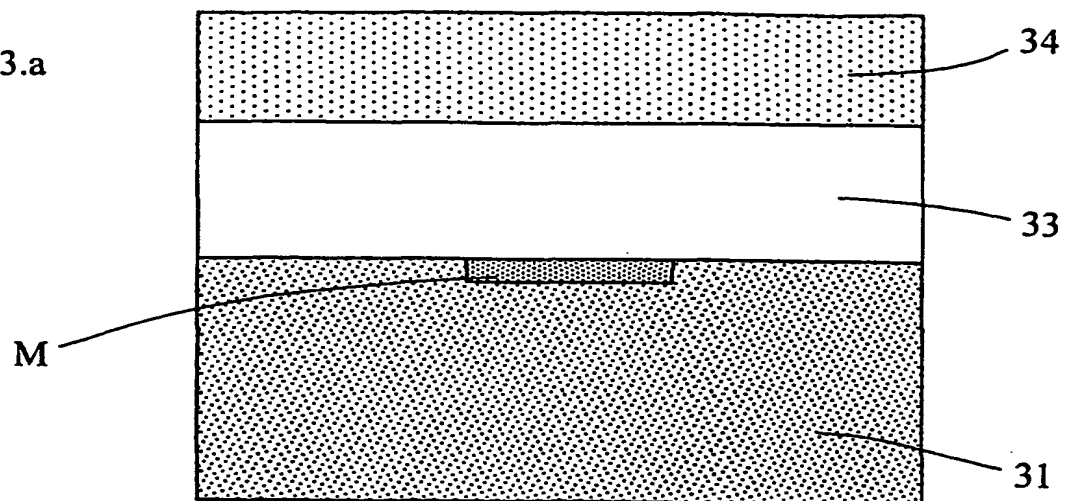


Figure 3.b

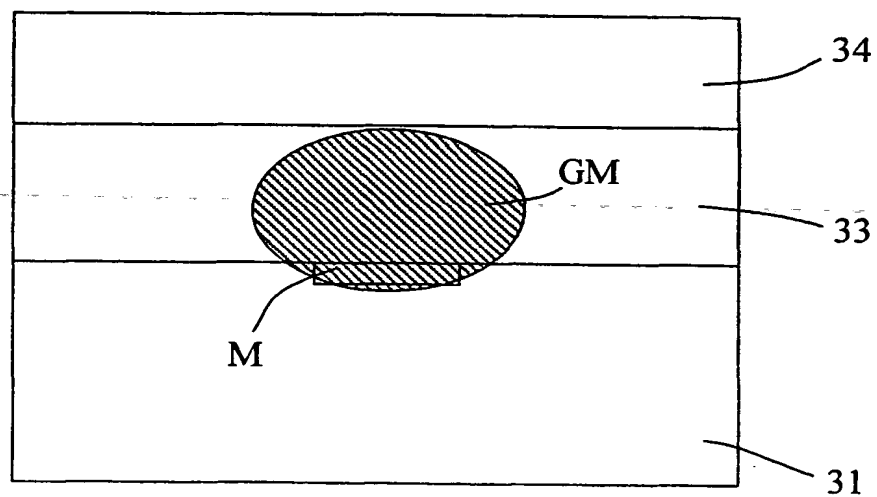
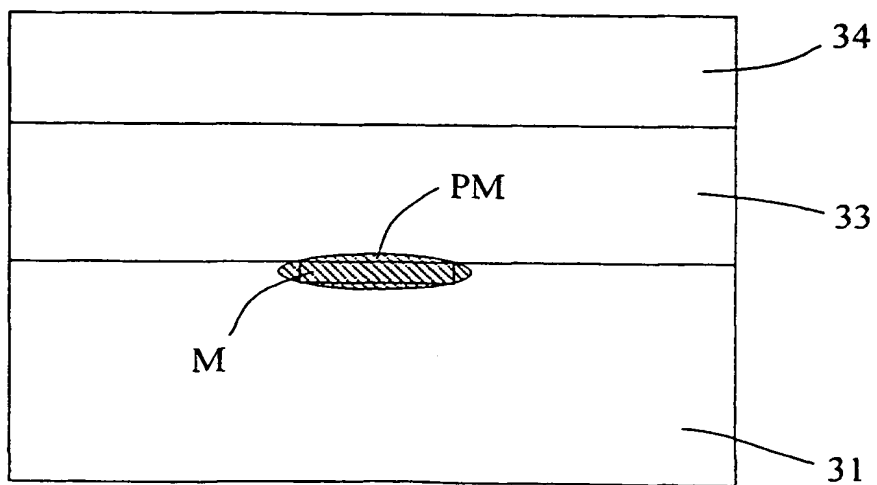


Figure 3.c



3/4

Figure 4.a

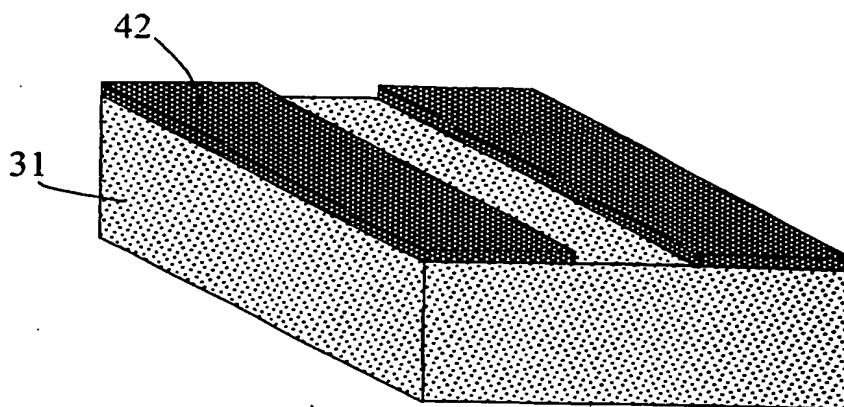


Figure 4.b

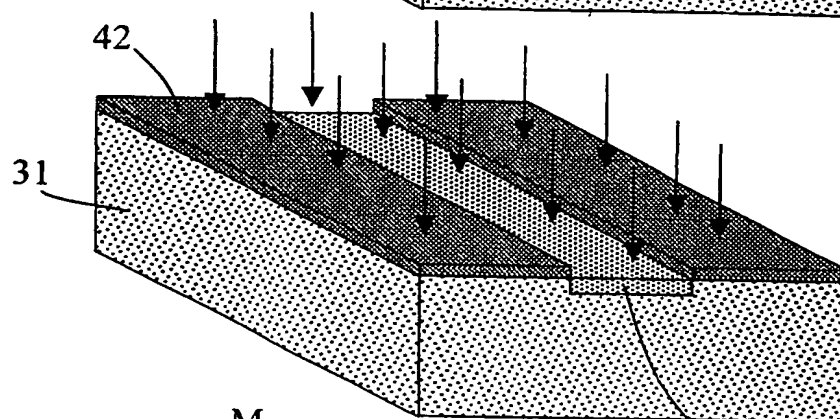


Figure 4.c

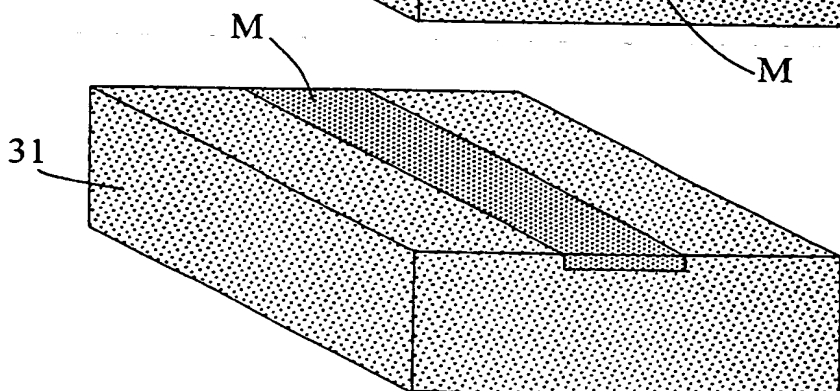
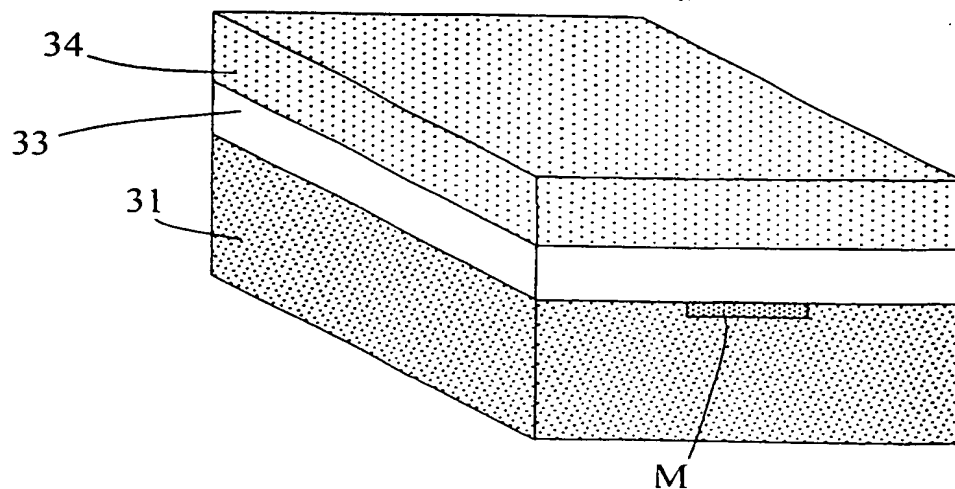


Figure 4.d



4/4

Figure 5.a

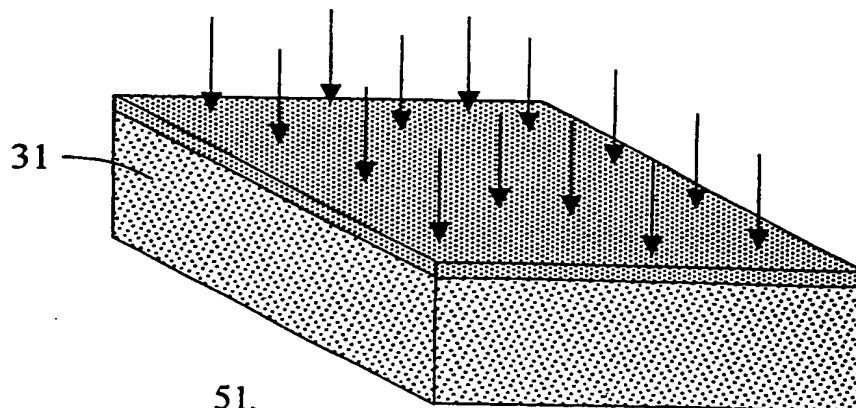


Figure 5.b

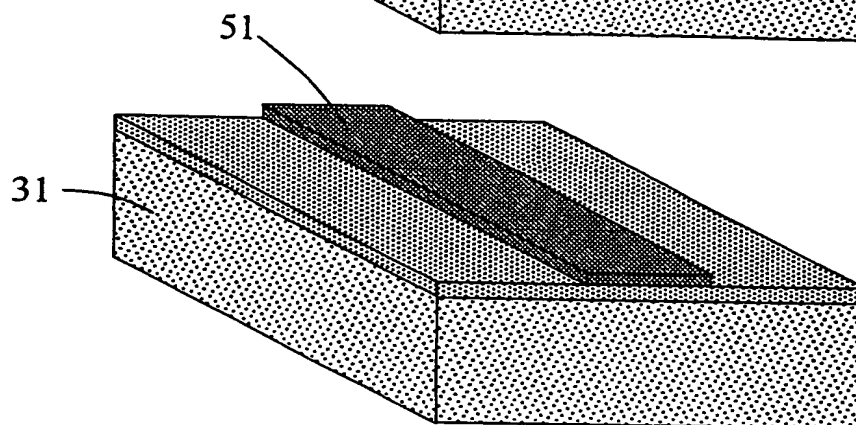


Figure 5.c

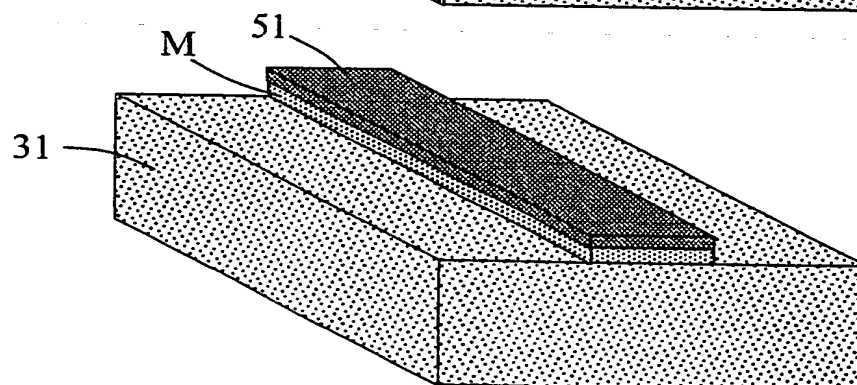
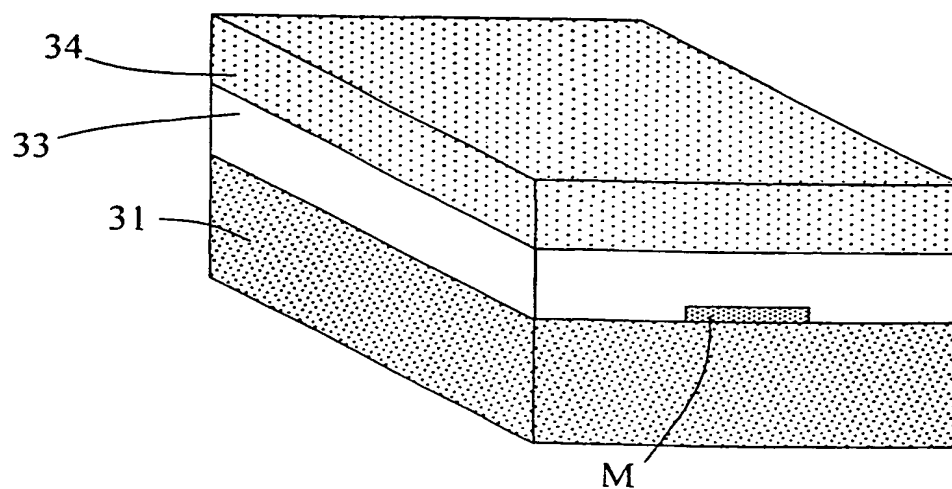


Figure 5.d



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/00646

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/30 G02B6/26 G02B6/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 005 120 A (CIT ALCATEL) 31 May 2000 (2000-05-31) abstract; figures 1-6	1
A	T.BRENNER ET AL.: "HIGHLY EFFICIENT FIBER-WAVEGUIDE COUPLING ACHIEVED BY InGaAsP/InP INTEGRATED OPTICAL MODE SHAPE ADAPTERS" 19TH.ECOC 93, 12 - 16 September 1993, pages 329-332, XP000444457  the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 July 2003

Date of mailing of the international search report

18/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Malic, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Patent Application No

PCT/FR 03/00646

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1005120	A	31-05-2000	FR 2786278 A1	26-05-2000
			EP 1005120 A1	31-05-2000
			JP 2000162457 A	16-06-2000
			US 6253009 B1	26-06-2001